

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000249975
PUBLICATION DATE : 14-09-00

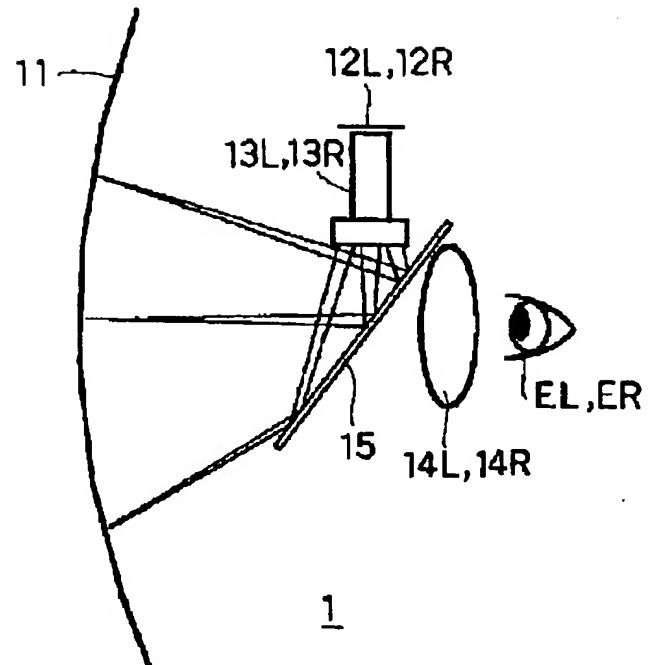
APPLICATION DATE : 04-03-99
APPLICATION NUMBER : 11056418

APPLICANT : MINOLTA CO LTD;

INVENTOR : ENDO TAKESHI;

INT.CL. : G02B 27/02 H04N 5/64 H04N 13/04

TITLE : VIDEO DISPLAY DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an excellent video having extremely wide field by providing a screen at a position facing to observer's eyes and observing a secondary image obtained by projecting and enlarging the light of the video displayed on a display element to a screen as a virtual image through an ocular optical system.

SOLUTION: LCDs 12L and 12R display the video for the observer's left and right eyes EL and ER. The light of the video displayed on the LCDs 12L and 12R is emitted toward a half mirror 15 by projection lenses 13L and 13R and reflected by the mirror 15, so that the secondary image obtained by enlarging the video on the LCDs 12L and 12R is formed on a concave screen 11. The light made incident on the screen 11 is reflected and made incident on the mirror 15, transmitted through the mirror 15 and made incident on oculars 14L and 14R. The light is guided to the left and right eyes EL and ER by the oculars 14L and 14R, respectively. The observer observes the video on the screen 11 as the virtual image enlarged further through the oculars 14L and 14R.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	データベース(参考)
G 0 2 B 27/02		C 0 2 B 27/02	Z 5 C 0 6 1
H 0 4 N 5/64	5 1 1	H 0 4 N 5/64	5 1 1 A
13/04		13/04	

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平11-56418

(22)出願日 平成11年3月4日(1999.3.4)

(71)出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72)発明者 小林 恭

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

(72)発明者 遠藤 毅

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

(74)代理人 100085501

弁理士 佐野 静夫

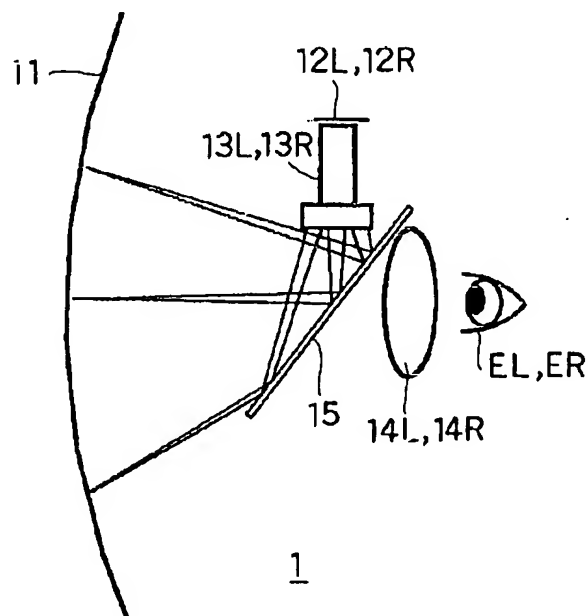
Fターム(参考) 5C061 AA02 AA23 AB18 AB20

(54)【発明の名称】 映像表示装置

(57)【要約】

【課題】 観察者の眼前にて使用される構成でありながら、視野がきわめて広く質の優れた映像を提供し得る映像表示装置を実現する。

【解決手段】 拡散反射特性を有する1つの凹面スクリーンと、ハーフミラーと、それぞれ1対の液晶表示器と、投射レンズと、接眼レンズで映像表示装置を構成する。液晶表示器に表示した映像の光を投射レンズによって、ハーフミラーを介して凹面スクリーンに投射し、凹面スクリーン上に液晶表示器の映像の拡大された2次像を形成する。その反射光をハーフミラーを介して接眼レンズに入射させて、観察者の眼に導く。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 観察者の両眼の直前に配置されて使用され、両眼に提供する映像を個別に表示する映像表示装置において、

左右の眼に提供する映像を表示する1対の表示素子と、光を反射して反射光を拡散させる拡散反射特性を有する1つの凹面スクリーンと、前記1対の表示素子からの光を前記凹面スクリーンに向けて反射するとともに、前記凹面スクリーンからの光を透過させるコンバイナーと、前記1対の表示素子からの光を前記コンバイナーを介して前記凹面スクリーンに投射して、前記1対の表示素子に表示された映像の拡大された像を前記凹面スクリーン上に形成する1対の投射光学系と、前記コンバイナーを透過した前記凹面スクリーンからの光を左右の眼に導いて、前記凹面スクリーン上に形成された像の虚像を観察者に提供する1対の接眼光学系とを備えることを特徴とする映像表示装置。

【請求項2】 観察者の頭部に装着するための装着部材を備えることを特徴とする請求項1に記載の映像表示装置。

【請求項3】 前記凹面スクリーンと前記1対の接眼光学系との間隔は100mm以上であることを特徴とする請求項1に記載の映像表示装置。

【請求項4】 前記1対の表示素子は左右の眼の間隔に応じた視差のある映像を表示することを特徴とする請求項1に記載の映像表示装置。

【請求項5】 前記1対の表示素子はそれぞれ、偏光面が直交する直線偏光の一方および他方によって映像を表示し、または、前記1対の表示素子からの光を互いに偏光面が直交する直線偏光として前記1対の投射光学系に導く直線偏光化手段を備え、前記凹面スクリーンは偏光状態を保って光を反射する偏光保持特性を有し、前記1対の接眼光学系はそれぞれ、偏光面が直交する直線偏光の一方および他方を透過させる偏光板を有することを特徴とする請求項4に記載の映像表示装置。

【請求項6】 前記1対の表示素子からの光を互いに逆方向に回転する円偏光として前記1対の投射光学系に導く円偏光化手段を備え、前記凹面スクリーンは偏光状態を保って光を反射する偏光保持特性を有し、前記1対の接眼光学系はそれぞれ、逆方向に回転する円偏光の一方のみおよび他方のみを透過させる選択透過特性をもつ素子を有することを特徴とする請求項4に記載の映像表示装置。

【請求項7】 前記凹面スクリーンは光を入射方向に強く反射する再帰反射特性を有し、前記1対の投射光学系の射出瞳と前記1対の接眼光学系の入射瞳は前記コンバイナーに対して略等価な位置にあ

ることを特徴とする請求項1または請求項4に記載の映像表示装置。

【請求項8】 前記凹面スクリーンは、曲率中心が観察者の左右の眼から等距離にかつ左右の眼よりも後方に位置する略球面のスクリーンであることを特徴とする請求項1に記載の映像表示装置。

【請求項9】 前記1対の投射光学系の光軸は前記凹面スクリーンの曲率中心を通ることを特徴とする請求項8に記載の映像表示装置。

【請求項10】 前記1対の接眼光学系の光軸は前記凹面スクリーンの曲率中心を通ることを特徴とする請求項8または請求項9に記載の映像表示装置。

【請求項11】 前記凹面スクリーンと前記1対の接眼光学系との間隔は100mm以上であり、前記凹面スクリーンの曲率半径から前記凹面スクリーンと前記1対の接眼光学系との間隔を減じた値は100mm以上かつ400mm以下であることを特徴とする請求項9または請求項10に記載の映像表示装置。

【請求項12】 前記コンバイナーは向きが異なる一体または別体の2つの部位を有することを特徴とする請求項9に記載の映像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、観察者の眼前に配置されて使用される映像表示装置に関し、特に、きわめて広視野で臨場感豊かな映像を提供する映像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】頭部に装着され、あるいは手で保持されて、観察者の眼前にて使用される映像表示装置があり、仮想の現実を臨場感豊かに提供する手段としてバーチャルリアリティの分野で多用されている。このような装置では、一般に、液晶表示器等の表示素子に映像を表示し、その映像光を接眼光学系を介して観察者の眼に導くようにしている。観察者は接眼光学系を介して、表示された映像の虚像を観察することになり、接眼光学系の倍率に応じた大きさの拡大された映像を観察することができる。通常、表示素子は1対備えられ、これらに視差のある映像を表示して、映像光を左右の眼に個別に導くことにより、立体像を提供するようにしている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、従来の映像表示装置では、実際に表示される映像自体が小さいから、表示素子と接眼レンズの距離をあまり大きくすることができない。このため、十分なアイレリーフと大きな瞳を確保しながら、提供する映像の視野を大きくすることには限界がある。

【0004】表示素子あるいは接眼光学系として大きなものを備えれば、この問題はある程度解決できる。しかしながら、コストが大きく上昇するという問題が生じる

上、表示素子を大きくすると、ぶつかり合わないよう
に2つの表示素子を配置することは無理になり、立体像
の提供ができなくなる。また、左右の眼の間隔による制約
のある接眼光学系を大きくすることは容易ではなく、収
差が大きくなって映像の質の低下を招き易い。

【0005】本発明は、上記問題点を鑑みてなされたも
ので、観察者の眼前にて使用される構成でありながら、
視野がきわめて広く質の優れた映像を提供し得る映像表
示装置を実現することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するた
めに、本発明では、観察者の両眼の直前に配置されて使用
され、両眼に提供する映像を個別に表示する映像表示装
置を、左右の眼に提供する映像を表示する1対の表示素
子と、光を反射して反射光を拡散させる拡散反射特性を
有する1つの凹面スクリーンと、1対の表示素子からの
光を凹面スクリーンに向けて反射するとともに、凹面ス
クリーンからの光を透過させるコンバイナーと、1対の
表示素子からの光をコンバイナーを介して凹面スクリー
ンに投射して、1対の表示素子に表示された映像の拡大
された像を凹面スクリーン上に形成する1対の投射光学
系と、コンバイナーを透過した凹面スクリーンからの光
を左右の眼に導いて、凹面スクリーン上に形成された像
の虚像を観察者に提供する1対の接眼光学系とで構成す
る。

【0007】この映像表示装置は、観察者の眼に正対す
る位置にスクリーンを有し、表示素子に表示された映像
の光をスクリーンに投射することにより拡大された2次
像を形成して、その2次像を接眼光学系を介して虚像と
して観察させるものである。表示素子、投射光学系、お
よび接眼光学系はそれぞれ左右の眼に対応して1対備え
られ、スクリーンはただ1つである。

【0008】表示素子としては小型のものをを用いるこ
とができる。スクリーンは凹面であるから、同じ大きさで
も平面よりも視野角の大きい映像を形成することが可能
であり、しかも、拡散反射特性を有するから、接眼光学
系がスクリーンのあらゆる部位からの光を眼に導くこと
ができ、視野の広い映像を提供することができる。また、
スクリーンの拡散反射特性により、眼に導かれる光の
光束径が大きくなって、大きな瞳が確保される。スク
リーンが凹面であることは、投射光学系および接眼光学
系の収差の低減にも寄与する。

【0009】表示素子からの光は、接眼光学系と凹面ス
クリーンとの間に配置されたコンバイナーを介してスク
リーンに投射され、スクリーンからの光はコンバイナー
を介して接眼光学系に入射する。このため、投射光学系
の光軸と接眼光学系の光軸を略一致させることが可能で
あり、1対の投射光学系をコンパクトに配置しながら
も、視野が水平方向にきわめて広い映像を提供すること
ができる。また、凹面であるスクリーンに対する投射光

学系の偏心度を小さくすることができて、歪曲収差をは
じめとする種々の光学的性能の補正が容易である。

【0010】上記の映像表示装置は、観察者の頭部に装
着するための装着部材を備えて、頭部載置型表示装置
(HMD)とすることができる。この構成では、観察者
は映像を観察しながら、両手を自由に動かすことが可能
である。

【0011】凹面スクリーンと1対の接眼光学系との間
隔は100mm以上とするのがよい。このように設定す
ると、接眼光学系のパワーを特に大きくすることなく映
像を提供することが可能になり、接眼光学系の収差を容
易に抑えることができる。

【0012】1対の表示素子に左右の眼の間隔に応じた
視差のある映像を表示させるとよい。立体像が提供され
ることになり、視野の広さとあいまって、臨場感が大き
く向上する。

【0013】その場合、1対の表示素子はそれぞれ、偏
光面が直交する直線偏光の一方および他方によって映像
を表示するものとするか、または、1対の表示素子から
の光を互いに偏光面が直交する直線偏光として1対の投
射光学系に導く直線偏光化手段を設ける。そして、凹面
スクリーンに偏光状態を保って光を反射する偏光保持特
性をもたせて、1対の接眼光学系にはそれぞれ、偏光面
が直交する直線偏光の一方および他方を透過させる偏光
板を備える。このようにすると、左眼用の映像の光は左
眼のみに、右眼用の映像の光は右眼のみに導かれること
になり、ゴーストのない立体像を提供することができ
る。

【0014】1対の表示素子からの光を互いに逆方向に
回転する円偏光として1対の投射光学系に導く円偏光化
手段を設け、1対の接眼光学系にそれぞれ、逆方向に回
転する円偏光の一方のみおよび他方のみを透過させる選
択透過特性をもつ素子を備えるようにしてもよい。この
場合も、凹面スクリーンには偏光保持特性をもたせる。
この構成でもゴーストのない立体像を提供することがで
きる。

【0015】光を入射方向に強く反射する再帰反射特性
を凹面スクリーンにもたせ、1対の投射光学系の射出瞳
と1対の接眼光学系の入射瞳をコンバイナーに対して略
等価な位置に設定するとよい。スクリーンによって反射
される光の大部分を接眼光学系に入射させることが可能
になり、明るい映像を提供することができる。しかも、
1対の表示素子に視差のある映像を表示させるときで
も、左眼用の映像の光を左眼のみに、右眼用の映像の光
を右眼のみに導くことができ、特に他の手段を備える
ことなくゴーストのない立体像を提供することが可能で
ある。

【0016】凹面スクリーンは、曲率中心が観察者の左
右の眼から等距離にかつ左右の眼よりも後方に位置する
略球面のスクリーンとするとよい。球面とすることでス

クリーンの製造が容易になる。また、その曲率中心を左右の眼から等距離とすることで、対を成す表示素子、投射光学系および接眼光学系をそれぞれ対称に設定することが可能になる。さらに、曲率中心を左右の眼よりも後方に位置させること、すなわち曲率半径を大きくすることで、スクリーンに対する投射光学系の光軸の偏心を抑えることができ、歪曲収差の補正が容易になる。

【0017】この構成では、1対の投射光学系の光軸が凹面スクリーンの曲率中心を通るようにするとよい。投射光学系とスクリーンとが共軸になって、スクリーン上の像に歪曲収差が発生するのが防止される。また、スクリーンのどの部位に対しても焦点が合うように投射光学系を設定することが容易になる。

【0018】また、1対の接眼光学系の光軸が凹面スクリーンの曲率中心を通るようにするとよい。水平方向の視野が広がるとともに、より歪みのない映像を提供することができる。接眼光学系同士がぶつかり合うのを避けるように配置することもきわめて容易である。

【0019】投射光学系または接眼光学系の光軸がスクリーンの曲率中心を通るようにした設定では、凹面スクリーンと1対の接眼光学系との間隔を100mm以上とし、凹面スクリーンの曲率半径から凹面スクリーンと1対の接眼光学系との間隔を減じた値を100mm以上かつ400mm以下にするのが、特に好ましい。視野を広くしながらも、左右の眼に提供する映像が重なり合う範囲を大きくすることができて、観察者は高い臨場感を得ることができる。

【0020】投射光学系の光軸がスクリーンの曲率中心を通るようにした設定では、コンバイナーに向きが異なる2つの部位をもたせるとよい。これらの部位は一体でもよいし、別体でも構わない。コンバイナーの2つの部位の向きを互いに独立に設定することができるため、投射光学系の配設位置の制約が大幅に緩和されて、装置の設計が容易になる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の映像表示装置の実施形態について図面を参照しながら説明する。第1の実施形態の映像表示装置1の光学系の概略構成を図1、2に示す。図1は平面図であり、図2は側面図である。映像表示装置1は、1つの凹面スクリーン11、1対の表示素子として液晶表示器(LCD)12L、12R、1対の投射光学系として投射レンズ13L、13R、1対の接眼光学系として接眼レンズ14L、14R、およびコンバイナーとしてハーフミラー15を備えている。

【0022】凹面スクリーン11は反射型の球面スクリーンであり、映像表示装置1の使用時に、観察者の左眼ELと右眼ERに正対し、その中心を通る法線(以下、凹面スクリーン11の中心線という)が水平になって左眼ELと右眼ERの中央を通るように配置されている。凹面スクリーン11の曲率半径は300mm程度に設定

されている。また、凹面スクリーン11は、反射光を拡散させる拡散反射特性を有している。

【0023】ハーフミラー15は、凹面スクリーン11の中心線上に、かつその中心線に対して45°の角度で配置されている。投射レンズ13L、13Rはそれぞれ、ハーフミラー15によって折り返された凹面スクリーン11の中心線に対して、光軸が平行になるように配置されている。LCD12Lは、その中心を投射レンズ13Lの光軸が通り、表示面が投射レンズ13Lの光軸に対して垂直になるように配置されている。LCD12Rも同様に、その中心を投射レンズ13Rの光軸が通り、表示面が投射レンズ13Rの光軸に対して垂直になるように配置されている。

【0024】接眼レンズ14L、14Rは、ハーフミラー15に関して凹面スクリーン11の反対側の位置する。接眼レンズ14L、14Rはそれぞれ、凹面スクリーン11の中心線に対して光軸が平行になるように配置されている。接眼レンズ14L、14Rの光軸は、ハーフミラー15上で、それぞれ投射レンズ13L、13Rの光軸と直交する。接眼レンズ14L、14Rの間隔は、左右の眼EL、ERの間隔に略一致し、接眼レンズ14L、14Rから凹面スクリーン11までの距離は150mm程度に設定されている。

【0025】LCD12Lは観察者の左眼ELに提供するための映像を表示し、LCD12Rは観察者の右眼ERに提供するための映像を表示する。投射レンズ13L、13Rはそれぞれ、LCD12L、12Rに表示された映像の光を、ハーフミラー15に向けて射出してハーフミラー15によって反射させ、凹面スクリーン11上に結像させる。これにより、LCD12L、12Rに表示された映像の拡大された2次像が凹面スクリーン11上に形成される。投射レンズ13L、13Rによって凹面スクリーン11上に形成される2つの像の位置は一致せず、両者は部分的に重なる。

【0026】凹面スクリーン11に入射した投射レンズ13L、13Rのから光は、反射されてハーフミラー15に入射し、これを透過して接眼レンズ14L、14Rに入射する。接眼レンズ14L、14Rは入射した光を左右の眼EL、ERにそれぞれ導く。観察者は、凹面スクリーン11に形成された映像を、接眼レンズ14L、14Rを介して、さらに拡大された虚像として観察することになる。

【0027】前述のように、凹面スクリーン11は拡散反射特性を有しており、入射する光を様々な方向に反射する。したがって、凹面スクリーン11のあらゆる部位で反射された光が接眼レンズ14L、14Rに入射することになり、観察者は、凹面スクリーン11に形成された映像の全体を観察することができる。しかも、凹面スクリーン11上の各点からの光が接眼レンズ14L、14Rの口径全体に入射するため、眼EL、ERに導かれ

る光の光束径は大きく、大きな瞳が確保される。

【0028】また、凹面スクリーン11には大きな像が形成されるため、接眼レンズ14L、14Rのパワーを特に高くすることなく、大きな映像すなわち視野の広い映像を提供することができる。特に、水平方向の視野はきわめて広い。パワーをあまり大きくする必要がないことにより、接眼レンズ14L、14Rの収差は良好に抑えられる。また、凹面スクリーン11の曲率半径が大きいため、凹面スクリーン11に対する投射レンズ13L、13Rの偏心が低く、凹面スクリーン11上に形成される像自体にも歪曲がほとんどない。したがって、観察者は、歪みや色ずれのない良質の映像を観察することができる。

【0029】接眼レンズ14L、14Rのパワーがあまり大きくなく、また、凹面スクリーン11と接眼レンズ14L、14Rがあまり接近していないため、眼EL、ERを接眼レンズ14L、14Rからある程度離間させても光がけられ難い。したがって、アイレリーフも十分に確保される。

【0030】映像表示装置1を使用している状態を図7に示す。映像表示装置1は、頭部に装着するための装着部19を備えており、HMDとして構成されている。したがって、観察者Uは両手が自由な状態で映像観察をすることができる。なお、HMDとすることに代えて、手で保持して使用する形態としてもよい。

【0031】LCD12L、12Rに映像を表示するための回路構成の概略を図8に示す。映像表示装置1にはLCD12L、12Rをそれぞれ駆動するためのドライバ回路21L、21R、および表示する映像を生成する映像生成回路22が備えられている。映像生成回路22は、生成した映像に基づいて左眼用の映像信号SLと右眼用の映像信号SRを作成して、ドライバ回路21L、21Rにそれぞれ与える。ドライバ回路21L、21Rは与えられた映像信号に応じてLCD12L、12Rを駆動する。

【0032】投射レンズ13L、13Rによって凹面スクリーン11上に形成される2つの像は、前述のように部分的に重なる。また、凹面スクリーン11のどの部位からの光も観察者の両眼EL、ERに導かれる。そこで、映像生成回路22は、左眼用の映像信号SLの一部と右眼用の映像信号SRの一部を共通にし、その部分の映像が凹面スクリーン11の左右中央に形成されるようにする。これにより、左眼ELのみに提供すべき映像が右眼ERにも提供されたり、その逆が生じたりするのが防止され、視野が広く、しかもずれや間隙のない連続した映像を観察者に提供することができる。

【0033】以下、本発明の他の実施形態の映像表示装置について説明するが、既に説明した構成要素と同一または類似の構成要素には同じ符号を付して、重複する説明は省略する。

【0034】第2の実施形態の映像表示装置2の光学系の概略構成を図3の平面図に示す。映像表示装置2では、LCD12L、12Rはそれぞれ、偏光面が互いに直交する2つの直線偏光の一方および他方で映像を表示する。また、接眼光学系の一部として、接眼レンズ14L、14Rの後方にはそれぞれ、偏光面が互いに直交する2つの直線偏光の一方および他方を透過させる偏光板16L、16Rが備えられている。偏光板16LはLCD12Lの光を透過させ、偏光板16RはLCD12Rの光を透過させる。

【0035】凹面スクリーン11は、拡散反射特性に加えて、入射光の偏光状態を反射光に保持させる偏光保持特性を有する。したがって、投射レンズ13L、13Rにより投射され凹面スクリーン11によって反射された光は、それぞれLCD12L、12Rが射出した直線偏光のままである。接眼レンズ14L、14Rのどちらにも双方の光が入射するが、偏光板16L、16RがそれぞれLCD12R、12Lからの光を遮断することにより、左眼ELには左眼用の映像のみが提供され、右眼ERには右眼用の映像のみが提供される。

【0036】映像表示装置2も、映像表示のために、図8に示した構成を備えている。ただし、映像表示装置2では、映像生成回路22は、左右の眼EL、ERの間隔に応じた視差のある2つの映像を生成し、それらを表す別個の映像信号SL、SRをドライバ回路21L、21Rを供給する。観察者は、左右の眼EL、ERで視差のある映像を見て融像させることになり、立体像を観察することができる。これにより遠近感が得られ、視野の広さとあいまって、臨場感が大きく向上する。しかも、左右の眼EL、ERに他方の映像を表す光が混入することがなく、ゴーストのない映像が提供される。

【0037】なお、LCD12L、12Rが偏光面の異なる偏光で映像を表示することに代えて、LCD12L、12Rが同じ光で映像を表示した後に、それらの光を互いに直交する偏光とるようにしてもよい。これを行う直線偏光化手段としては、例えば、1/2波長位相板を使用する。1/2波長位相板をLCD12Lと投射レンズ13Lの間、またはLCD12Rと投射レンズ13Rの間に配置することで、LCD12L、12Rの一方からの光の偏光面を90°回転させることができる。

【0038】第3の実施形態の映像表示装置3の光学系の概略構成を図4の側面図に示す。映像表示装置3は、LCD12Lと投射レンズ13Lの間およびLCD12Rと投射レンズ13Rの間にそれぞれ、直線偏光を円偏光とする位相板17L、17Rを備えている。位相板17L、17Rは互いの円偏光の回転方向を逆向きとするもので、例えば、1/4波長位相板と3/4波長位相板が用いられる。

【0039】また、接眼光学系の一部として、接眼レンズ14L、14Rの後方にはそれぞれ、回転方向に応じ

て円偏光を選択的に透過させるコレステリック液晶板18L、18Rが備えられている。コレステリック液晶板18L、18Rは、前者が位相板17Lによって円偏光とされた光を透過させ、後者が位相板17Rによって円偏光とされた光を透過させるように、選択性を逆に設定されている。

【0040】映像表示装置3においても、映像表示装置2と同様に、凹面スクリーン11は、拡散反射特性に加えて偏光保持特性を有しており、映像生成回路22は視差のある映像を生成する。投射レンズ13L、13Rにより投射された光は、凹面スクリーン11によって反射された後も回転方向が変わらず、コレステリック液晶板18L、18Rによってそれぞれ左右の眼EL、ERに選択的に導かれる。観察者は、立体像を観察することになり、高い臨場感を得ることができる。

【0041】第4の実施形態の映像表示装置4の光学系の概略構成を図5の側面図に示す。本実施形態の映像表示装置4は、入射方向に特に強く光を反射する再帰特性をもたせた拡散反射性の凹面スクリーン11を備えている。ここでは、微小なガラスビーズ11aを凹面上に設けることによって再帰反射特性を実現しているが、ガラスビーズ11aに代えてコーナークューブを使用することもできる。

【0042】投射レンズ13L、13Rの射出瞳と接眼レンズ14L、14Rの入射瞳とは、ハーフミラー15に対して略等価な位置に設定されている。凹面スクリーン11が再帰反射特性をもつため、投射レンズ13L、13Rから投射された光は、他の方向にはあまり拡散せず、大部分が接眼レンズ14L、14Rに入射して、明るい映像を提供することができる。

【0043】映像表示装置4においても、映像生成回路22が視差のある映像を生成するようにしており、立体像が提供される。ここでは、映像表示装置2や3のように、投射レンズ13L、13Rに導く光の偏光特性を違えたり、接眼光学系に偏光選択特性を有する素子を備えたりすることはしていない。しかしながら、凹面スクリーン11の再帰反射特性により、投射レンズ13Lからの光が接眼レンズ14Rに入射することや、投射レンズ13Rからの光が接眼レンズ14Lに入射することはほとんどなく、ゴーストは発生し難い。なお、偏光特性を利用することと組み合わせて、さらに鮮明な映像を提供するようにすることもできる。

【0044】第5の実施形態の映像表示装置5の光学系の概略構成を図6の平面図に示す。本実施形態の映像表示装置5では、凹面スクリーン11に再帰反射特性をもたせるとともに、ハーフミラー15によって折り返され凹面スクリーン11によってさらに折り返された投射レンズ13L、13Rの光軸が、凹面スクリーン11の曲率中心Cを通るように設定している。また、接眼レンズ14L、14Rの光軸も凹面スクリーン11の曲率中心Cを通るように設定している。

【0045】投射レンズ13L、13Rの光軸が曲率中心Cを通るように設定したことで、より視野の広い映像を形成することが可能になる。しかも、凹面スクリーン11に対する投射レンズ13L、13Rの偏心が皆無となり、歪曲のない像を凹面スクリーン11に形成することができる。また、接眼レンズ14L、14Rの光軸が曲率中心Cを通るように設定したことで、凹面スクリーン11に対する接眼レンズ14L、14Rの偏心が皆無となり、凹面スクリーン11上に形成された映像を歪曲なく眼EL、ERに提供することができる。

【0046】なお、接眼レンズ14L、14Rの光軸が凹面スクリーン11の曲率中心Cを通るようにすることに代えて、接眼レンズ14L、14Rの光軸を凹面スクリーン11の中心線と平行にするようにしてもよい。凹面スクリーン11に対して接眼レンズ14L、14Rが偏心することになるが、接眼レンズ14L、14Rのパワーは小さくてよいから、容易に収差を除去することができる。

【0047】臨場感豊かな映像を提供するためには、視野角を大きくするとともに、視差のある2つの映像のうちの同一範囲を表す部分を多くして、立体感を向上させるのが望ましい。これらは、当然、投射レンズ13L、13Rの光軸がなす角をはじめとする種々の光学的パラメータに依存する。

【0048】接眼レンズ14L、14Rと凹面スクリーン11の間隔d、凹面スクリーン11の曲率半径r、2つの投射レンズ13L、13Rの光軸がなす角 θ と、投射レンズ13L、13Rによって凹面スクリーン11上に形成される2つの映像のオーバーラップ率、水平方向の全視野角との関係を表1に例示する。

【0049】

【表1】

d (mm)	r (mm)	θ (deg)	オーバーラップ 率(%)	全視野角 (deg)
100	200	50	58	170
100	300	22	82	142
100	400	14	88	134
100	500	10	92	130
100	600	8	93	128
150	200	120	0	240
150	300	30	75	150
150	400	17	86	137
150	500	12	90	132
150	600	9	93	129

【0050】この例は、左右の眼EL、ERの間隔を65mm、眼EL、ERから接眼レンズ14L、14Rまでの距離を30mm、投射レンズ13L、13Rのそれぞれの投射画角を120°として算出したものである。オーバーラップ率は、一方の映像の水平方向の角度に対する、両方の映像が重なる部分の水平方向の角度である。投射画角120°は、投射レンズ13L、13Rが大きくなり過ぎることのない標準的な値であり、接眼レンズ14L、14Rと凹面スクリーン11の間隔dの100mmは、接眼レンズ14L、14Rに特に大きなパワーを必要としない下限に近い値である。

【0051】表1より明らかなように、凹面スクリーン11の曲率半径rから接眼レンズ14L、14Rと凹面スクリーン11の間隔dを引いた値(r-d)が100mmよりも小さくなると、オーバーラップ率は急激に低下する。一方、値(r-d)が400mmよりも大きくなると、オーバーラップ率は大きくなるが全視野角が小さくなる。したがって、値(r-d)を100mm以上、400mm以下の範囲に設定するのが望ましいといえる。

【0052】なお、映像表示装置5では、コンバイナーであるハーフミラー15を別体の2つのハーフミラー15L、15Rで構成し、これらを向きを違えて配置している。このように、ハーフミラー15L、15Rの向きを違えることで、光軸が曲率中心Cを通るように投射レンズ13L、13Rを配置するのが容易になる。ハーフミラー15L、15Rを別体とせず、向きの異なる2つの部位を有する一体のハーフミラーとしてもよい。

【0053】上記各実施形態では、表示素子としてLCDを使用しているが、本発明に用い得る表示素子はLCDには限られない。特に、第1の実施形態のように視差のない映像を表示する場合や、第4、第5の実施形態のように再帰反射特性を有する凹面スクリーンを使用する場合は、映像を表す光の偏光特性は重要ではないから、どのような方式の表示素子でも利用可能である。また、ここでは、最も簡素な球面スクリーンを使用する例を示したが、拡散反射特性を有する限り、凹面スクリーンとして非球面のものを使用してもよい。

【0054】

【発明の効果】本発明の映像表示装置では、表示素子の映像そのものではなく、その映像をスクリーンに投射し

て拡大した2次像を接眼光学系によって観察するようにしているため、表示素子や接眼光学系を大型化することなく、観察対象の映像と接眼光学系との間隔を広くすることができる。これにより、瞳の大きさとアイレリーフを十分に確保しながら視野角をきわめて大きくすることが可能になる。しかも、スクリーンとして拡散反射特性を有する凹面のものを使用するため、視野を一層大きくすることが可能になるとともに、収差が軽減されて、良質の映像を提供することができる。したがって、臨場感豊かな装置となり、特にバーチャルリアリティに適する。

【0055】観察者の頭部に装着するための装着部材を備えてHMDとした構成では、使い勝手のよい装置となる。

【0056】凹面スクリーンと接眼光学系との間隔を100mm以上に設定すると、接眼光学系に要求されるパワーが低下して、その収差を容易に抑えることができる。

【0057】表示素子に左右の眼の間隔に応じた視差のある映像を表示させる構成では、提供する映像に立体感が加わり、臨場感が大きく向上する。

【0058】表示素子がそれぞれ直交する直線偏光によって映像を表示するようにし、または表示素子からの光を直交する直線偏光とする直線偏光化手段を設けて、凹面スクリーンに偏光保持特性をもたせるとともに、接眼光学系に偏光板を備える構成では、ゴーストのない立体像を提供することができる。

【0059】表示素子からの光を逆方向に回転する円偏光とする円偏光化手段を設けて、凹面スクリーンに偏光保持特性をもたせ、接眼光学系に円偏光に対する選択透過特性をもつ素子を備える構成でも、ゴーストのない立体像を提供することができる。

【0060】また、凹面スクリーンに再帰反射特性をもたせるとともに、投射光学系の射出瞳と接眼光学系の入射瞳をコンバイナーに対して等価な位置に設定すると、明るい映像を提供することができる上、立体像を提供する場合でも、他の手段を備えることなくゴーストの発生を避けることができる。

【0061】凹面スクリーンを曲率中心が観察者の左右の眼から等距離にかつ左右の眼よりも後方に位置する略球面のスクリーンとすると、構成要素の配置が対称にな

って、対を成す表示素子、投射光学系および接眼光学系の設計が容易になる。また、スクリーンの曲率半径が大きくなるから、スクリーンに対する投射光学系の光軸の偏心を抑えられ、歪曲収差の補正も容易になる。スクリーン自体の製造も簡単である。

【0062】ここで、投射光学系の光軸が凹面スクリーンの曲率中心を通るようにすると、投射光学系とスクリーンとが共軸になって、スクリーン上の像に歪曲収差が発生するのを避けることができる。また、スクリーンのどの部位に対しても焦点が合うように投射光学系を設定することが容易になって、広い視野全体にわたって鮮明な映像を提供することができる。

【0063】また、接眼光学系の光軸が凹面スクリーンの曲率中心を通るようにすると、水平方向の視野が広がる上、より歪みのない映像を提供することができる。接眼光学系の配置も容易になる。

【0064】凹面スクリーンと接眼光学系との間隔を100mm以上とし、凹面スクリーンの曲率半径から凹面スクリーンと接眼光学系との間隔を減じた値を100mm以上かつ400mm以下にすると、視野を広くしながら、左右の眼に提供する映像が重なり合う範囲を大きくすることができるため、きわめて高い臨場感を提供することができる。

【0065】投射光学系の光軸がスクリーンの曲率中心を通るようにし、向きが異なる2つの部位をコンバイナーにもたせた構成では、コンバイナーの向きの自由度が増すため、投射光学系の配設位置の制約が大幅に緩和される。その結果、装置の設計が容易になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1の実施形態の映像表示装置の光学系の構成を示す平面図。

成を示す平面図。

【図2】 第1の実施形態の映像表示装置の光学系の構成を示す側面図。

【図3】 第2の実施形態の映像表示装置の光学系の構成を示す平面図。

【図4】 第3の実施形態の映像表示装置の光学系の構成を示す側面図。

【図5】 第4の実施形態の映像表示装置の光学系の構成を示す側面図。

【図6】 第5の実施形態の映像表示装置の光学系の構成を示す平面図。

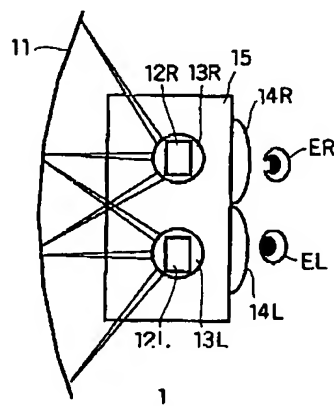
【図7】 各実施形態の映像表示装置を使用している状態を示す図。

【図8】 各実施形態の映像表示装置の映像表示のための回路構成を示す図。

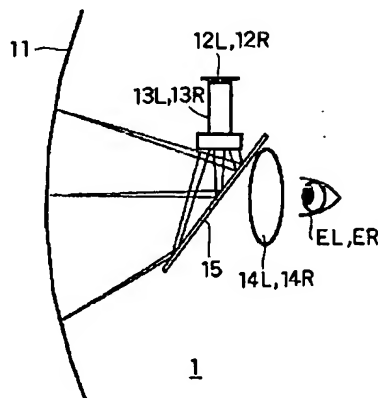
【符号の説明】

- | | |
|-----------|--------------------|
| 1、2、3、4、5 | 映像表示装置 |
| 11 | 凹面スクリーン |
| 11a | ガラスビーズ |
| 12L、12R | 液晶表示器（表示素子） |
| 13L、13R | 投射レンズ（投射光学系） |
| 14L、14R | 接眼レンズ（接眼光学系） |
| 15 | ハーフミラー（コンバイナー） |
| 16L、16R | 偏光板 |
| 17L、17R | 位相板（円偏光化手段） |
| 18L、18R | コレステリック液晶板（選択透過素子） |
| 19 | 装着部 |
| 21L、21R | ドライバ回路 |
| 22 | 映像生成回路 |

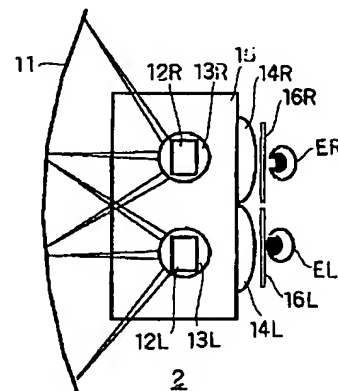
【図1】



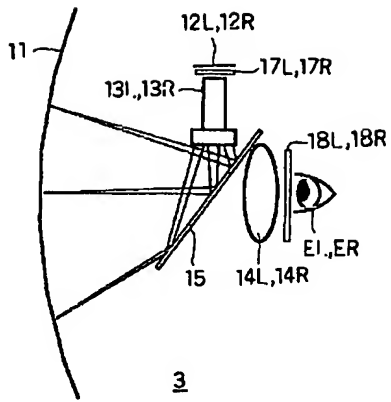
【図2】



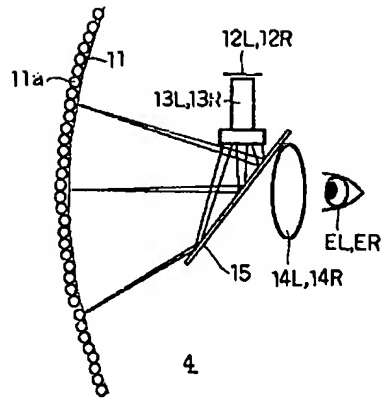
【図3】



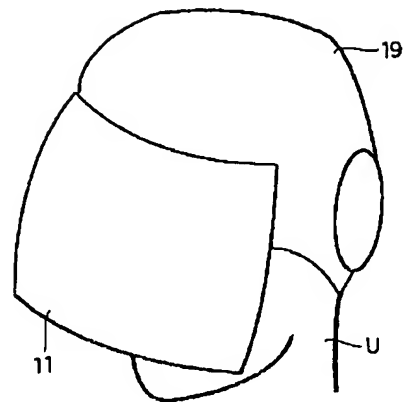
【図4】



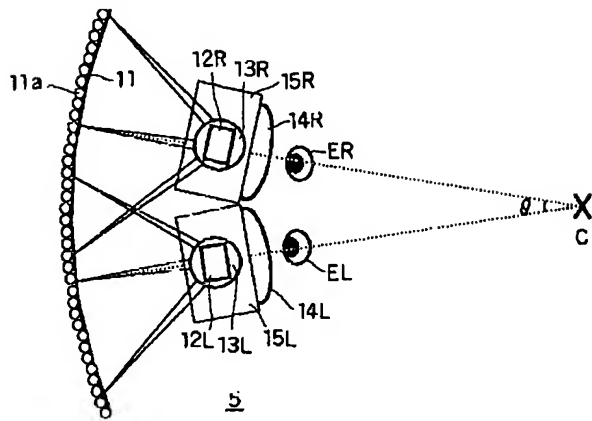
【図5】



【図7】



【図6】



【図8】

